

Analisis Daya Dukung Lateral Bored Pile Ø 80 Cm dengan Menggunakan Uji Beban Lateral dan Menggunakan Metode Elemen Hingga pada Proyek Menara BRI - Medan

Rizky Simanjuntak^{1*}, Roesyanto², Syiril Erwin Harahapan³

^{1,2,3} Universitas Sumatera Utara, Indonesia

Email: Rizky.20simanjuntak71@gmail.com, roesyantosuhardjo@gmail.com, syirilerwin@polmed.ac.id

Abstrak

Pondasi bored pile adalah pondasi dalam yang sering digunakan pada pembangunan konstruksi besar besar yang berlokasi di daerah yang padat dengan pertimbangan mengurangi kebisingan dan pengaruh getaran yang akan terjadi jika digunakan pondasi tiang pancang. Analisis ini bertujuan untuk menghitung besarnya daya dukung lateral pondasi tiang bored pile berdasarkan hasil perhitungan analitis memakai metode Broms, metode Davisson, metode Chin, metode Mazurkiewich, dan menganalisis pergeseran Pondasi bored pile berdasarkan hasil pengujian pembebanan di lapangan serta hasil pemodelan tanah menggunakan metode Allpile dan elemen hingga dengan model tanah Mohr-Coulomb, dan model Hardening Soil. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, daya dukung ultimate bored pile berdasarkan data SPT dengan menggunakan metode Broms adalah 18,92 ton sedangkan hasil interpretasi loading test dengan metode Davisson hasilnya 18 ton, metode Chin 18,98 ton, dan metode Mazurkiewich 19 Ton. Untuk besar defleksi bored pile tunggal dengan beban 200% dengan program Allpile besar defleksi yang terjadi 4,25 mm dan analisis berdasarkan FEM PLAXIS 3D menggunakan pemodelan tanah dengan Mohr – Coulomb besar defleksi 3,0 mm dan pemodelan tanah dengan Hardening Soil 2,99 mm.

Kata Kunci: Daya Dukung Lateral, Defleksi, Allpile, PLAXIS 3D.

Abstract

Bored pile foundations are deep foundations that are often used in the construction of large construction sites located in dense areas with the consideration of reducing noise and the influence of vibrations that would occur if pile foundations were used. This analysis aims to calculate the lateral bearing capacity of the bored pile foundation based on the results of analytical calculations using the Broms method, the Davisson method, the Chin method, the Mazurkiewich method, and analyzing the displacement of the bored pile foundation based on loading tests in the field. and the results of soil modeling with Allpile and finite element methods with the Mohr-Coulomb soil model, and the Hardening Soil model. Based on the analysis that has been carried out, the ultimate bearing capacity of the bored pile based on SPT data using the Broms method is 18.92 tons, while the results of the interpretation of the loading test using the Davisson method are 18 tons, the Chin method is 18.98 tons, and the Mazurkiewich method is 19 tons. For the large deflection of a single bored pile with a load of 200% with the Allpile program the large deflection that occurs is 4.25 mm and analysis based on FEM PLAXIS 3D using soil

modeling with Mohr - Coulomb large deflection of 3.0 mm and soil modeling with Hardening Soil 2.99 mm.

Keywords: *Lateral Bearing Capacity, deflection, All Pile, PLAXIS 3D*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara terluas di kawasan ASEAN dengan luas daratan ± 1,9 juta kilometer persegi (km²), untuk daerah provinsi Sumatera Utara sendiri memiliki luas daratan ± 72.981 kilometer persegi (km²) dan untuk luasan daratan di Kota Medan 265,1 kilometer persegi (km²), dengan pembangunan rumah dan gedung perkantoran yang begitu masif, pembangunan gedung dibangun secara vertikal atau gedung kantor bertingkat tinggi (Harjanti, 2011);(Syahputra, 2017). Struktur gedung tingkat tinggi terdiri dari struktur atas dan bawah. Perencanaan struktur sangat penting dalam perencanaan gedung tingkat tinggi (VandenBos, 2007).

Struktur atas adalah bagian dari struktur gedung di atas muka tanah, sedangkan struktur bawah adalah bagian dari struktur gedung di bawah muka tanah, yang dapat mencakup struktur basement dan pondasi (da Cunha, Erom, & Talok, 2023);(Kuncoro, 2018). Pondasi adalah suatu konstruksi yang terletak di bawah muka tanah atau bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari atas struktur ke lapisan tanah dibawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan tanah yang diakibatkan beban vertikal dan beban lateral (Gagné et al., 2015);(Sugeng, 2005).

Tekanan tanah lateral, angin, gempa, gelombang laut (untuk pondasi penahan gelombang), benturan kapal (untuk pondasi dermaga), dan faktor lain dapat menyebabkan beban lateral pada tiang pondasi (Syaiful & Sariyah, 2018)(Zikri, 2019). Pondasi adalah komponen bangunan yang memiliki kontak langsung dengan lapisan tanah. Pondasi bored pile adalah salah satu jenis pondasi yang digunakan (Gardner & Ryan, 2020);(Sundari, Roesyanto, Hasibuan, & Surbakti, 2024).

Pondasi dalam salah satu alternatif yang sering digunakan pada konstruksi yang besar dan berada pada tanah yang daya dukungnya rendah (Grahani, Mardiyanti, Sela, & Nuriyah, 2021). Pondasi bored pile adalah pondasi dalam yang sering digunakan saat membangun bangunan besar di daerah yang padat. Digunakan untuk mengurangi kebisingan dan efek getaran yang akan dihasilkan oleh pondasi tiang pancang, pondasi ini sering digunakan di lokasi yang padat (Zhou, Yu, Gong, & Yan, 2020);(Jawat, Gita, & Dharmayoga, 2020).

Masalah yang timbul dalam merencanakan pondasi yang perlu dianalisis adalah daya dukung, penurunan dan pergeseran pondasi. Pondasi harus memiliki daya dukung yang cukup untuk menopang beban yang datang secara vertikal dan horizontal dari struktur bangunan dan beban luar yang memengaruhinya. Untuk menjaga stabilitas struktur, juga perlu memastikan bahwa penurunan dan pergeseran pondasi tidak melebihi batas (Laksmi & Budiani, 2015). Kedua hal tersebut dapat dicapai melalui perhitungan empiris dan metode elemen selama proses perencanaan dan pelaksanaan, dengan

pengujian pembebanan untuk memastikan daya dukung, batas penurunan, dan batas pergeseran yang sesuai dengan rencana.

Berdasarkan hasil analisis terdahulu persentase perbandingan dari hasil perhitungan daya dukung sumbu horizontal pondasi pile pancang tunggal menggunakan metode Broms dengan metode reese pada software Allpile dengan perbedaan sebesar 6,999% (Indriyani & Solihin, 2022). Dari hasil perhitungan dengan metode elemen hingga PLAXIS 3D dengan metode Hardening Soil model, Mohr–Coulomb dan soft soil model didapatkan bahwa permodelan dengan Hardening Soil yang memberikan hasil yang paling mendekati dengan hasil pengujian loading test di lapangan (Ginting, 2019).

Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Dengan PLAXIS 3D Terhadap Hasil Loading Test proyek Jakarta LRT-Corridor 1 (Phase 1) Kelapa Gading Velodrome-Package P 102 menyimpulkan besar daya dukung yang dihasilkan oleh analisis PLAXIS 3D lebih kecil dari pada hasil pengujian di lapangan (Karunaratne & Perera, 2019). Lafit, dkk (2021) melakukan perhitungan defleksi lateral tiang tunggal akibat beban lateral pada tanah pasir menggunakan software PLAXIS dan All Pile, didapatkan defleksi lateral tiang paling mendekati adalah metode kurva p-y dan perhitungan dengan software Allpile. Proyek Menara BRI-Medan Sumatera Utara merupakan salah satu proyek yang menggunakan pondasi bored pile Ø80 cm. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis daya dukung lateral pada pondasi menggunakan bantuan program Allpile dan PLAXIS 3D.

Rumusan masalah difokuskan pada penilaian kapasitas dukung lateral bored pile berdiameter 80 cm, dengan pendekatan uji beban lateral dan simulasi metode elemen hingga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi daya dukung lateral fondasi bored pile dalam konteks spesifik proyek Menara BRI di Medan, serta membandingkan hasil analisis antara uji lapangan dan simulasi numerik. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan data yang akurat dan metode analisis yang komprehensif untuk merancang fondasi yang lebih efisien dan aman, serta memberikan panduan bagi praktisi dan insinyur geoteknik dalam menghadapi tantangan serupa pada proyek-proyek besar lainnya.

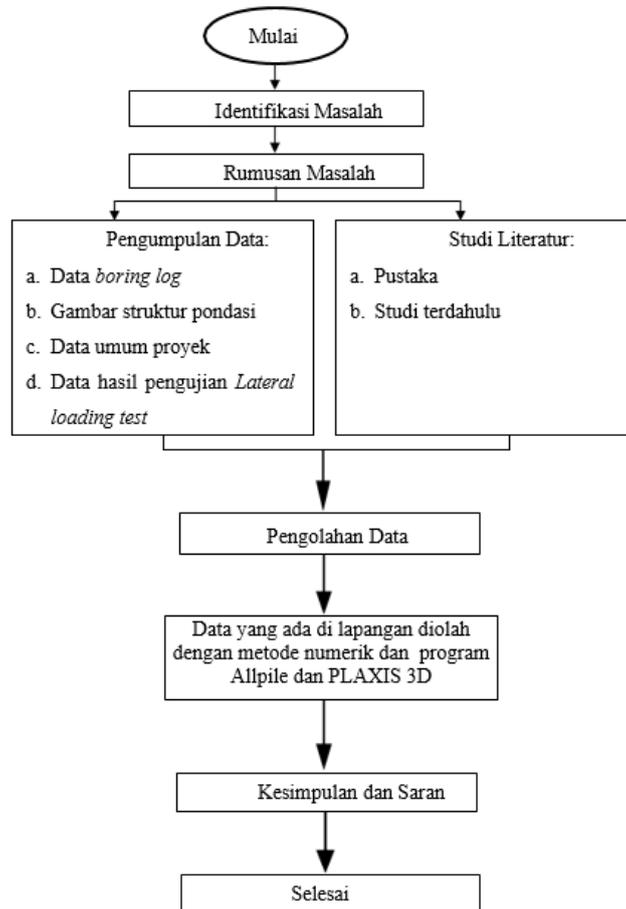
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data dari Proyek Menara BRI-Medan, yang terletak di Jl. Putri Hijau No 2a, Kesawan, Kecamatan Medan Barat, Kota Medan, Sumatera Utara. Data yang digunakan berupa gambar kerja, data hasil penyelidikan tanah (borlog BH 01) dan data monitoring lapangan (*Lateral Loading Test*). Metode analitis yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan daya dukung lateral *bored pile* dengan metode Broms (1964), Metode Chin (1970), Mazurkiewich (1972).

Analisis metode elemen dilakukan dengan memodelkan Plaxis 3D dan All Pile. Interpretasi yang dilakukan merupakan sifat material dan proses pembebanan yang dilakukan saat pengujian loading test di lapangan. Analisis dilakukan menggunakan data teknis *bored pile* dan hasil pengujian tanah dari pengujian bor mesin berupa data SPT dan karakteristik tanah pada proyek tersebut. Selain itu, sebagai pembanding kondisi

Analisis Daya Dukung Lateral Bored Pile Ø 80 Cm dengan Menggunakan Uji Beban Lateral dan Menggunakan Metode Elemen Hingga pada Proyek Menara BRI - Medan

sebenarnya digunakan data lateral loading test yang dilakukan di lapangan. Tahapan penelitian secara keseluruhan disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kapasitas Daya Dukung Lateral Tiang Tunggal dengan Metode Broms (1964)

Untuk menghitung daya dukung lateral tiang bored pile di Proyek Menara Bri menggunakan grafik tahanan lateral ultimit tiang dalam tanah granuler dengan tiang panjang dan ujung bebas, langkah-langkah untuk memperoleh daya dukung lateral ultimate tiang adalah sebagai berikut:

Hitung $M_y/d^4\gamma K_p$. Dalam hal ini, M_y adalah momen ultimate tiang, M_y pada proyek Menara Bri ini diambil dari nilai momen terbesar pada PLAXIS 3D

$$\begin{aligned}
 K_p &= (1 + \sin \phi') / (1 + \sin \phi'') \\
 &= \text{tg}^2 (45 + 37/2) \\
 &= \text{tg}^2 (63,5) = 0,6229 \\
 \frac{M_y}{d^4\gamma K_p} &= \frac{150,121}{0,8^4 \times 19 \times 2,161} = 8,9263
 \end{aligned}$$

Hitung rasio jarak vertikal beban horizontal pada kepala tiang terhadap permukaan tanah (e) terhadap diameter tiang (d). Dengan asumsi e=0, maka e/d = 0. Gunakan grafik tahanan lateral ultimate tiang pada tanah granuler untuk tiang panjang yang direkomendasikan Broms (1964) untuk mendapatkan nilai $H_u/K_p\gamma d^3$ seperti pada gambar dibawah ini

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{n_h}}$$

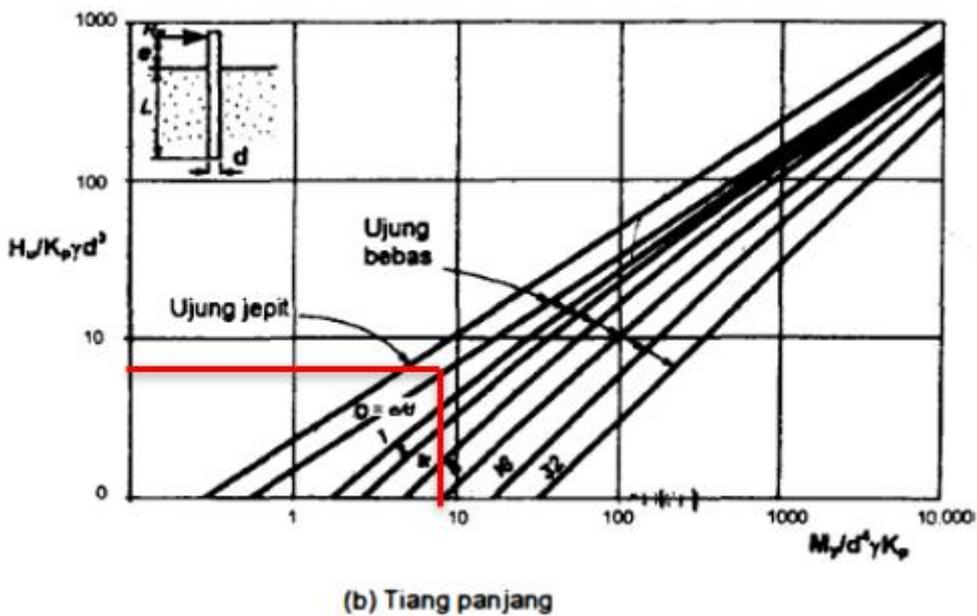
$$T = \sqrt[5]{\frac{2,1 \times 10^6 \times 0,02}{4850}}$$

$$T = 1,54 \text{ m}$$

$$5T = 7,7 \text{ m}$$

$$L > 5T$$

$$21,7 \text{ m} > 7,7 \text{ m (Tiang Panjang)}$$



Gambar 2. Tahanan lateral ultimit tiang dalam tanah granuler

Hitung nilai H_u

$$H_u = 9 \times K_p \times \gamma \times d^3$$

$$H_u = 9 \times 2,161 \times 19 \times 0,8^3$$

$$H_u = 189,20 \text{ Kn} = 18,92 \text{ ton}$$

Interpretasi Analisa Daya Dukung Lateral dengan M

Daya dukung ultimit tiang berdasarkan uji pembebanan statis/loading test menurut Davisson dapat dihitung dengan prosedur sebagai berikut:

Gambar grafik pembebanan terhadap defleksi Hitung defleksi elastis tiang dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta v = \frac{(Qva)L}{AE}$$

$$\Delta v = \frac{168 \times 10^3 \times 21,7}{0,5026 \times 2,1 \times 10^6}$$

$$\Delta v = 3,4533$$

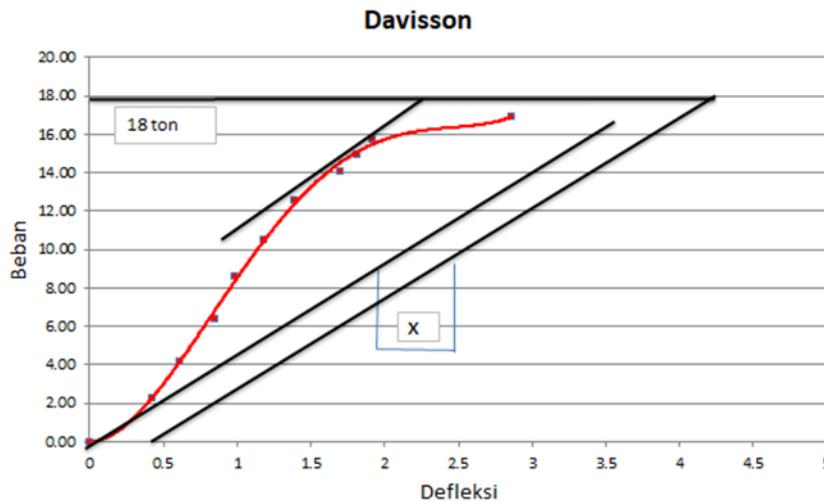
Gambarkan dalam grafik hasil perhitungan defleksi elastis tiang, Gambarkan garis sejajar dengan penurunan elastis tiang dengan jarak besar:

$$X = 0,15 + (D/120)$$

Dimana, D = diameter tiang (inchi)
= 80 cm (31,4961 inchi)

Diperoleh, X = 0,15 + (D/120)
= 0,15 + (31,4961/120)
= 0,41

Gambarkan garis lurus dari perpotongan antara beban dengan pergeseran, sampai sumbu beban, perpotongan tersebut merupakan daya dukung ultimit tiang. Data hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini



Gambar 3 Grafik interpretasi Metode Davisson

Dari gambar grafik diatas diperoleh daya dukung berdasarkan metode Davisson adalah 18 ton.

Interpretasi Analisis Daya Dukung Lateral dengan Metode Chin (1970)

Chin F.K (1970), untuk menentukan daya dukung ultimit dari data uji pembebanan statik didasarkan pada nilai failure load dengan model persamaan hiperbola dari kodner (1963), dari persamaan :

$$Q = \frac{S}{a + b + s}$$

Persamaan tersebut kemudian dirubah oleh Chin menjadi persamaan garis linear menjadi:

$$\frac{S}{Q} = b \times S + a$$

Dimana,

S = Penurunan tiang (mm)

Q = Beban yang diberikan (ton)

a.b = Konstanta

Prosedur perhitungan menurut metode Chin:

a) Menghitung X^2 dan xy seperti terlihat pada Tabel. b) Gambarkan grafik antara rasio beban vs penurunan (S/Q) dengan penurunan seperti terlihat pada gambar. c) Hitung persamaan linear dengan analisa regresi. d) Daya dukung ultimit = $1/b$

Kesimpulan

Kesimpulan menunjukkan bahwa daya dukung lateral bored pile berdiameter 80 cm sesuai dengan persyaratan desain proyek, berdasarkan hasil uji beban lateral yang konsisten dengan analisis metode elemen hingga. Metode elemen hingga memberikan prediksi yang memadai mengenai kapasitas dukung lateral dan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam desain, dengan perbedaan kecil yang dapat dijelaskan oleh asumsi simulasi. Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi antara uji lapangan dan simulasi numerik meningkatkan akurasi dan keamanan desain fondasi, serta memberikan panduan yang berguna bagi insinyur geoteknik dalam merancang fondasi untuk proyek besar.

BIBLIOGRAFI

- da Cunha, Adilson Barros, Erom, Kletus, & Talok, Damianus. (2023). Pengaruh Motivasi Kerja, Pengalaman Magang dan Soft Skill terhadap Kesiapan Kerja Mahasiswa (Literatur Review Manajemen Pendidikan). *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 4(6), 846–852. <https://doi.org/10.31933/jimt.v4i6.1635>
- Gagné, Marylène, Forest, Jacques, Vansteenkiste, Maarten, Crevier-Braud, Laurence, Van den Broeck, Anja, Aspeli, Ann Kristin, Bellerose, Jenny, Benabou, Charles, Chemolli, Emanuela, & Güntert, Stefan Tomas. (2015). The Multidimensional Work Motivation Scale: Validation evidence in seven languages and nine countries. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 24(2), 178–196. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2013.877892>
- Gardner, Danielle M., & Ryan, Ann Marie. (2020). What's in it for you? Demographics and self-interest perceptions in diversity promotion. *Journal of Applied Psychology*, 105(9), 1062. <https://doi.org/10.1037/apl0000478>
- Grahani, Firsty Oktaria, Mardiyanti, Ressy, Sela, Nina Permei, & Nuriyah, Sinta. (2021). PENGARUH PSYCHOLOGICAL WELL BEING (PWB) TERHADAP MOTIVASI BERPRESTASI MAHASISWA DI ERA PANDEMI. *Jurnal Psikologi: Media Ilmiah Psikologi*, 19(02).
- Harjanti, Wiwik. (2011). Pengaruh Perkembangan Konsep Kepentingan Umum terhadap Pelaksanaan Pembangunan di Indonesia. *Risalah Hukum*, 92–101.
- Indriyani, Winda, & Solihin, Dede. (2022). Pengaruh Gaya Kepemimpinan Dan Motivasi Kerja Terhadap Semangat Kerja Karyawan Pada Prima Freshmart Cabang Tangerang

- Kota. *Jurnal Ilmiah Swara Manajemen*, 2(4), 531–541.
- Jawat, I. Wayan, Gita, Putu Panji Tresna, & Dharmayoga, I. Made Satria. (2020). Kajian Metoda Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Tahap Perencanaan Pelaksanaan. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 126–142.
- Karunaratne, Kingsley, & Perera, Niroshani. (2019). Students' perception on the effectiveness of industrial internship programme. *Education Quarterly Reviews*, 2(4). <https://doi.org/10.31014/aior.1993.02.04.70>
- Kuncoro, Mudrajad. (2018). *Perencanaan Pembangunan*. Gramedia Pustaka Utama.
- Laksmi, Kinanthi Kawuryaning, & Budiani, Meita Santi. (2015). Psychological well being dan motivasi kerja pada pegawai dinas pendidikan. *Jurnal Psikologi Teori Dan Terapan*, 6(1), 50–53.
- Sugeng, Budiharsono. (2005). Teknik Analisis Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan. *Pradnya Paramita, Jakarta*.
- Sundari, Risky Fajar, Roesyanto, Roesyanto, Hasibuan, Gina Cynthia Raphita, & Surbakti, Rudianto. (2024). Analisis Daya Dukung Aksial Bored Pile \sim 80 CM dengan Menggunakan Uji Beban Statik dan Menggunakan Metode Elemen Hingga pada Proyek Menara BRI $\hat{=}$ Medan. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(1), 672–686.
- Syahputra, Alasman. (2017). Pelaksanaan Free, Prior and Informed Consent (FPIC) pada perencanaan pembangunan perkebunan kelapa sawit kemitraan (Plasma) PT. Cahayanusa Gemilang di Kabupaten Ketapang–Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Akuntansi*, 4(1).
- Syaiful, Irfan Aulia, & Sariyah, Siti. (2018). Konstruksi Konsep Kesejahteraan Psikologi (Psychological Well Being) Pada Wirausahawan Kecil Menengah: Sebuah Studi Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Psikologi Fakultas Psikologi Universitas Mercubuana Jakarta*, 2(1), 28–57.
- VandenBos, Gary R. (2007). *APA dictionary of psychology*. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-8345>
- Zhou, Jia jin, Yu, Jian lin, Gong, Xiao nan, & Yan, Tian long. (2020). Field tests on behavior of pre-bored grouted planted pile and bored pile embedded in deep soft clay. *Soils and Foundations*, 60(2), 551–561.
- Zikri, Nikmatul Fuadiz. (2019). *Pengaruh Jarak Tiang Terhadap Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile Dengan Metode Reese & O'neil, Brom, Poulus & Davis Dan Elemen Hingga (Studi Kasus; Proyek Pembangunan Swiss-Bell Hotel Solo)(The Effect Of Pile Distance To Bearing Capacity Of Bored Pile Us*.

Copyright holder:

Rizky Simanjuntak, Roesyanto, Syiril Erwin Harahapan (2024)

First publication right:

Syntax Admiration

This article is licensed under:

